

“СОГЛАСОВАНО”

“СОГЛАСОВАНО”

Ректор *УрГУ*

Директор ГИНФО

_____ /Бугров Д.В. /

_____ /Алексеев К.П./

Программа
краткосрочного повышения квалификации преподавателей и научных
работников высшей школы по направлению
“ Нанотехнологии”
на базе учебного курса
"Получение и свойства наноструктурированных сложнооксидных
материалов, нанокластерных полиоксометаллатов"

Цель: формирование базовых представлений о получении наноструктурированных сложнооксидных материалов, включая катализаторы, методом пиролиза полимерно-солевых композиций, а также перспективного класса соединений нанокластерных полиоксометаллатов на основе молибдена.

Категория слушателей: преподаватели и научные работники высшей школы

Примерный срок обучения: 36 часов

Форма обучения: с частичным отрывом от работы, дистанционно - очная

Режим занятий: 8 часов в день

Целью курса является формирование базовых представлений о физико-химических основах одного из перспективных методов получения наноструктурированных сложнооксидных материалов, а также о получении, свойствах и перспективах применения нанокластерных полиоксометаллатов.

Требования к уровню освоения учебного курса

Преподаватели должны:

- Знать:
 - основные физико-химические принципы и методику синтеза наноструктурированных сложнооксидных материалов, включая катализаторы для защиты атмосферы от выбросов токсичных веществ;
 - основные принципы и методы синтеза нанокластерных полиоксометаллатов;
 - теоретические основы получения сложнооксидным материалов методом пиролиза полимерно солевых композиций в виде порошков, пленок, покрытий;

- теоретические основы получения и характеристики наноструктурированных полиоксометаллатов.
- Иметь навыки:
 - сбора, систематизации и анализа научно-технической и другой профессиональной информации в области синтеза и применения наноматериалов;
 - включения приобретенных знаний о новых методах синтеза наноматериалов в уже имеющуюся систему знаний и применения этих знаний в самостоятельных методических разработках;
 - планирования эксперимента по синтезу наноматериалов;
 - выбора наиболее целесообразного метода для синтеза конкретного наноматериала.
- Иметь представление:
 - об аппаратном оформлении соответствующих процессов и методах изучения характеристик сложнооксидных наноматериалов и нанокластерных полиоксометаллатов.

Научные работники должны:

- Знать:
 - основы метода синтеза пиролизом полимерно-солевых композиций наноструктурированных сложнооксидных материалов, включая катализаторы для защиты атмосферы от выбросов токсичных веществ нанопорошков, нанопленок и нановолокон;
 - методы синтеза наноструктурированных полиоксометаллатов на основе молибдена.
- Иметь навыки:
 - выбора оптимальных условий для получения конкретного наноструктурированного сложнооксидного материала или нанокластерного полиоксометаллата;
 - планирования, организации и реализации эксперимента по синтезу наноматериалов.
- Иметь представление:
 - о теоретической базе метода получения методом пиролиза полимерно-солевых композиций наноструктурированных сложнооксидных материалов в виде порошков, пленок, покрытий;
 - о физико-химических процессах, происходящих на каждой стадии получения наноструктурированных сложнооксидных материалов и нанокластерных полиоксометаллатов.

Структура курса

Учебный курс «Получение и свойства наноструктурированных сложнооксидных материалов, нанокластерных полиоксометаллатов» состоит из дистанционной и очной частей.

Основной задачей дистанционной части курса является приобретение слушателями комплекса теоретических знаний в областях:

- базовых принципов получения наноструктурированных сложнооксидных материалов прогрессивным методом пиролиза полимерно-солевых композиций и родственными методами с использованием солевых форм;

- основных принципов синтеза нанокластерных полиоксометаллатов, их свойствами и перспективами применения;

- аппаратного оформления соответствующих процессов получения и изучения свойств наноматериалов.

Дистанционная составляющая учебного курса готовит слушателя к очному посещению лаборатории в Уральском государственном университете.

В дистанционной (теоретической) части учебного курса:

- даны характеристики солевых и полимерных компонентов, используемых для синтеза наноструктурированных сложнооксидных материалов;

- рассмотрены вопросы взаимодействия этих компонентов между собой и влияния таких взаимодействий на процессы, происходящие на каждом из этапов синтеза;

- уделено внимание физико-химическим свойствам прекурсоров для синтеза сложных оксидов в виде порошков, пленок, покрытий, особенностям процессов формирования сложных оксидов, термического разложения прекурсоров, воздействия подстилающей поверхности на формирование сложнооксидных фаз;

- на конкретных примерах рассмотрены вопросы применения современных методов исследования наноструктурированных материалов. Рассмотрены также конкретные примеры реализации синтеза сложнооксидных материалов в виде порошков пленок и покрытий;

- рассмотрены вопросы синтеза нанокластерных полиоксометаллатов на основе молибдена, особенности их уникальной структуры (букиболы, наноежи и кольцеобразные формы);

- уделено внимание перспективам практического применения нанокластерных полиоксометаллатов для создания современных полифункциональных материалов;

- кроме того, в доступной форме (включая краткий глоссарий) даны общие представления о различных видах наноматериалов и возможностях их практического использования, достижениях химиков Уральского государственного университета в данной области.

Теоретическая часть учебного курса состоит из шести лекций.

Лекция 1. Общая характеристика полимерно-солевых композиций. Свойства полимерно-солевых композиций на основе неионогенных водорастворимых полимеров.

Общая характеристика сложнооксидных материалов и их функциональных свойств. Характеристики солевых компонентов, используемых для синтеза сложнооксидных материалов. Соли с катионными формами металлических компонентов и комплексными анионами, содержащими металлы. Полимерные компоненты - водорастворимые неионогенные полимеры. Основные схемы получения порошковых и пленочных материалов, варианты метода пиролиза полимерно-солевых композиций с использованием растворов, устойчивых гелей. Главные принципы управления процессами получения материалов с заданными свойствами.

Лекция 2. Свойства полимерно-солевых композиций на основе неионогенных водорастворимых полимеров.

Взаимодействия между полимерными и соевыми компонентами. Комплексообразование и методы его изучения в полимерно-солевых композициях. Физико-химические свойства полимерно-солевых композиций, включая их вязкость, адгезию пленок к поверхности носителей. Влияние “катионных” солей на свойства полимерно-солевых композиций.

Лекция 3. Особенности кристаллизационных явлений в полимерно-солевых композициях.

Особенности кристаллизационных процессов в присутствии полимерных компонентов. Влияние водорастворимых неионогенных полимеров на кристаллизацию “катионных” солей. Размеры возникающих кристаллов, связь этой характеристики с природой, молекулярной массой полимера и другими условиями. Возможности подавления кристаллизационных процессов для повышения гомогенности получаемых материалов. Процессы удаления растворителя. Особенности процессов формирования прекурсоров на поверхности носителей, включая монокристаллические.

Взаимодействие “анионных” форм солевых компонентов с водорастворимыми неионогенными полимерами. Образование комплексов и методы изучения этих процессов. Особенности строения комплексов “анионных” форм солевых компонентов с водорастворимыми неионогенными полимерами. Конкретные примеры образования комплексов. Влияние комплексообразования на физико-химические характеристики полимерно-солевых композиций.

Лекция 4. Формирование сложнооксидных фаз из полимерно-солевых композиций.

Процессы термодеструкции полимерных компонентов. Особенности формирования сложнооксидных фаз из композиций с “катионными” соевыми формами. Термическое разложение органических и неорганических солей металлических компонентов сложных оксидов. Пиролиз композиций. Использование экзотермических процессов пиролиза.

Размер формирующихся сложнооксидных частиц и его зависимость от физико-химических параметров синтеза.

Лекция 5. Синтез сложных оксидов в композициях с анионными формами металлических компонентов.

Особенности процессов формирования сложных оксидов при использовании “анионных” солевых форм (соединения молибдена, вольфрама, ванадия). Процессы удаления растворителя из полимерно-солевых композиций. Деструкция солевых компонентов в исходном состоянии и в составе полимерно-солевых композиций. Методы изучения процессов деструкции полимерно-солевых композиций и результаты изучения конкретных полимерно-солевых систем.

Лекция 6. Получение и свойства нанокластерных полиоксометаллатов.

Нанокластерные соединения на основе молибдена. Основные принципы получения нанокластеров. Строение нанокластеров: структуры букибола, тороиды (кольца), “наноежи”. Синтез нанокластерных полиоксометаллатов, элементы, которые могут в них входить помимо молибдена, состав стабилизирующих лигандов. Возможности практического применения нанокластерных соединений (неограниченные рецепторы, катализаторы, сорбенты). Кристаллизация букиболов.

Перечень лабораторных работ

1. Синтез нанокластерных полиоксометаллатов на основе молибдена.

Проводится синтез из водных растворов водорастворимых полиоксометаллатов с размером молекул порядка 2.5 нм, получение и очистка кристаллического продукта на их основе, который используется для проведения дальнейших лабораторных работ по аттестации свойств данного наноматериала. Приобретаются навыки прецизионного препаративного синтеза наноматериалов, тщательной и планомерной лабораторной и практической деятельности. Прививается ответственность исполнителя, т.к. результаты дальнейших работ базируются на тщательном проведении синтеза и очистки препарата. В качестве объекта могут быть выбраны, по крайней мере, 4 различных состава полиоксометаллатов.

Оборудование: химическая посуда, реактивы, аналитические весы.

2. Синтез образцов сложнооксидных наноматериалов методом пиролиза полимерно-солевых композиций.

Осуществляется синтез наноструктурированных сложнооксидных композиций с размером частиц от 20 нм, химический состав которых может быть выбран не менее чем из 4 вариантов. Сложные оксиды обладают каталитическими свойствами. Приобретаются навыки препаративного

синтеза наноразмерных сложнооксидных порошков и работы с ними. Полученные образцы используются исполнителем для проведения последующих лабораторных работ.

Оборудование: химическая посуда, реактивы, аналитические весы, электронагревательные приборы, муфельная печь.

3. Рентгенофазовый и микроскопический анализ полученных сложнооксидных и полиоксометаллатных образцов.

Проводится аттестация полученных образцов с точки зрения соответствия их структуры заданной, наличия фазовых примесей. Осуществляется оценка размеров частиц, их морфологии, состояния поверхности и межчастичных границ, фотографирование выбранных микроскопических полей. Приобретаются навыки работы по пробоподготовке, проведению соответствующего анализа, выбору оптимальных режимов проведения исследований и критической интерпретации полученных результатов.

Оборудование: дифрактометр ДРОН-6, пакет прикладных программ, оптический микроскоп ВХ-51 (Olympus).

4. Изучение размера частиц нанокластерных полиоксометаллатов в растворах и процесса их агрегации.

Проводится изучение уникальных нанокластерных частиц в жидкой среде, определение их эффективного размера и процессов самоагрегации этих частиц. Используются ранее полученные материалы. Приобретаются навыки работы на современном аналитическом оборудовании универсального назначения, компьютерной обработки результатов.

Оборудование: универсального анализатора суспензий Brookhaven ZetaPlus/BI 90.

5. Измерение удельной поверхности полученных сложнооксидных порошков.

Проводится измерение одного из ключевых параметров получаемых наноматериалов. Приобретаются навыки работы на современном оборудовании, компьютерной обработки полученных результатов.

Оборудование: измеритель удельной поверхности Сорби-4 (ЗАО «МЕТА»).

6. Изучение термической устойчивости и процессов термодеструкции нанокластерных полиоксометаллатов с использованием методик дифференциальной сканирующей калориметрии и масс-спектрометрии.

Проводится изучение сложных многостадийных процессов термической деструкции с определением границ устойчивости полиоксометаллатов, механизма их разложения. Приобретается опыт интерпретации данных, полученных комплексом методов.

Оборудование: синхронный термоанализатор STA 409 PC (Netzsch), газовый хроматограф-квадрупольный масс-спектрометр Perkin Elmer GS/MS 600 D, дифрактометр ДРОН-6 (для анализа твердых продуктов).

7. Измерение гранулометрического состава полученных сложнооксидных порошков.

Проводится оценка одного из важнейших параметров получаемых наноструктурированных материалов. Приобретается практически необходимый опыт и навыки работы на современном оборудовании, обработки полученных результатов при помощи компьютера. Используются ранее полученные образцы.

Оборудование: лазерный анализатор распределения частиц по радиусам SALD-7101 (Shimadzu).

8. Измерение каталитической активности сложнооксидных материалов.

Проводится измерение каталитической активности полученных наноструктурированных сложнооксидных материалов по отношению к реакции окисления угарного газа CO в газовой среде в зависимости от температуры. Приобретаются навыки сложной многоплановой исследовательской работы, критической интерпретации и обсчета полученных результатов на примере одной из важнейших из гетерогенных газовых реакций окисления CO кислородом воздуха, имеющей значение для защиты атмосферы от загрязнения.

Оборудование: ранее полученные образцы сложного оксида (после соответствующей подготовки проб для анализа на оригинальной лабораторной установке), электронный газоанализатор Testo 350XL.

Методические рекомендации по реализации учебной программы

На дистанционную и очную части учебного курса отводится 12 и 24 часа. Полное содержание лекций в электронной дистанционной части учебного курса находится на сайте www.nanoobr.ru. Для контроля степени освоения теоретической части учебного курса (лекций) используются **тестовые вопросы** для самопроверки и **контрольные вопросы**.

Тестовые вопросы

к курсу

«Получение и свойства наноструктурированных сложнооксидных материалов, нанокластерных полиоксометаллатов»

Лекция № 1

1. Каковы основные предпосылки современного скачка развития представлений о наноразмерных объектах?

А) создание туннельных и атомно-силовых сканирующих микроскопов

В) развитие методов диспергирования материалов

Ответ:

Б) создание мощных оптических микроскопов

Г) развитие компьютерных технологий

2. Какие виды наноматериалов Вы можете назвать?

А) атомы, молекулы

В) электроны, протоны, нейтроны

Ответ:

Б) углеродные кластеры и трубки, полиоксометаллаты, сложнооксидные материалы

Г) рецепторы, катализаторы, сорбенты

3. Какие исходные солевые компоненты преимущественно используются для синтеза сложных оксидов?

А) хлориды, бромиды, иодиды

В) нитраты, ацетаты, формиаты, соли аммония

Ответ:

Б) сульфаты, фосфаты

Г) сульфиды, карбонаты

4. Почему выбираются главным образом именно такие соли?

А) они негигроскопичны

В) они устойчивы термически

Ответ:

Б) они образуют нерастворимые осадки

Г) они хорошо растворимы и термически неустойчивы

5. Какие полимеры главным образом используют при синтезе сложных оксидов?

А) полиэтилен, полипропилен

В) полиметилметакрилат, полиметакриловая кислота

Ответ:

Б) поливиниловый спирт, поливинилпирролидон

Г) бутиловый каучук, поликарбонат

Лекция № 2

1. Что такое неионогенные полимеры?

А) полимеры, не имеющие заряда цепи

В) полимеры, не образующие комплексов с солями

Б) полимеры, у которых не диссоциируют в растворах функциональные группы

Г) полимеры, не диссоциирующие при нагревании

Ответ:

2. С чем связан выбор используемых полимеров?

- А) они образуют нерастворимые соединения
Б) они не разлагаются при нагревании
В) они образуют комплексы с солями, термически разлагаются
Г) они нерастворимы в воде

Ответ:

3. Каковы преимущества метода пиролиза полимерно-солевых композиций по сравнению с керамическим методом синтеза сложных оксидов?

- А) снижение температуры синтеза, уменьшение размера частиц
Б) улучшение структуры сложного оксида

Ответ:

4. Чем отличаются свойства сложнооксидных наноматериалов от сложных оксидов, содержащих более крупные частицы сложных оксидов?

- А) они лучше растворимы в воде
Б) у них более совершенная структура
В) они лучше отделяются от носителя
Г) они более активны

Ответ:

5. Каким физико-химическим параметром можно охарактеризовать взаимодействие между полимерными и солевыми компонентами?

- А) произведение растворимости
Б) давление насыщенных паров
В) магнитная проницаемость
Г) свободная энергия Гиббса

Ответ:

Лекция №3

1. Снижение подвижности ионов металлов в растворах, содержащих полимер, связано главным образом

- А) с комплексообразованием
Б) с изменением адгезии композиций к носителям
В) с изменением электропроводности раствора
Г) с изменением поверхностного натяжения растворов

Ответ:

2. Наибольшей способностью подавлять кристаллизацию солей обладает поливиниловый спирт

- А) с высокой молекулярной массой
Б) с небольшой молекулярной массой
В) с разветвленным строением
Г) с большим количеством

ацетатных групп

Ответ:

3. Информацию о процессах деструкции полимерно-солевых композиций можно получить из

А) адгезионной кривой

Б) термограммы

Ответ:

4. Метод инфракрасной спектроскопии может быть использован при исследовании полимерно-солевых композиций

А) для измерения размера частиц

Б) для изучения структуры получаемых сложных оксидов

В) для изучения комплексообразования

Г) для изучения подвижности компонентов в растворах

Ответ:

5. Какие важные для получения пленок физико-химические свойства растворов изменяются при введении в них полимерных компонентов?

А) светопропускание

Б) давление насыщенных паров

В) электропроводность

Г) вязкость, поверхностное натяжение

Ответ:

6. Как влияют полимеры на процессы кристаллизации солей?

А) подавляют процесс кристаллизации

Б) позволяют получить кристаллы более совершенной формы

В) ускоряют процесс кристаллизации

Г) никак не влияют

Ответ:

7. Какие особенности присущи формированию кристаллитов солей и сложных оксидов на поверхности монокристаллических носителей?

А) уменьшение размеров кристаллов

Б) укрупнение размеров кристаллов

В) ориентированная кристаллизация

Г) снижение адгезии кристаллов

Ответ:

Лекция №4

1. Чем обусловлено протекание экзотермических пиролитических процессов в композициях?

А) комплексообразованием

Б) образованием осадков

В) окислительно-восстановительными

Г) кристаллизацией солей

взаимодействиями

Ответ:

2. Назовите основные стадии получения сложнооксидных материалов методом пиролиза полимерно-солевых композиций.

- | | |
|--|---|
| А) гидролиз, выпадение осадков, промывка, сушка | Б) приготовление растворов, удаление растворителя, термообработка |
| В) диспергирование, термообработка, спекание | Г) приготовление растворов, введение осадителя, фильтрация, пиролиз |

Ответ:

3. Какие основные процессы протекают в полимерно-солевых композициях на этих стадиях?

- | | |
|---|---|
| А) комплексообразование, удаление растворителя, пиролиз, формирование фаз | Б) образование осадков, кристаллизация фаз, испарение воды |
|---|---|

Ответ:

4. Каковы отличия термического разложения неорганических (нитратов) и органических солей металлов?

- | | |
|----------------------------------|---|
| А) изменение адгезии компонентов | Б) возникновение окислительной или восстановительной среды |
|----------------------------------|---|

Ответ:

Лекция № 5

1. В чем состоят особенности синтеза сложных оксидов из солей, включающих анионные формы, содержащие металлические компоненты?

- | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|
| А) возникновение гелеобразных форм | Б) ускорение кристаллизации |
| В) отсутствие комплексообразования | Г) улучшение формы кристаллов |

Ответ:

Лекция № 6

1. Каковы особенности строения нанокластеров на основе полиоксометаллатов?

- | | |
|----------------------------|--|
| А) они образуют форму шара | Б) они состоят из атомов переходных металлов, непосредственно связанных между собой |
| В) они имеют отверстие | Г) они состоят из кислородных полиэдров, координированных |

Ответ:

2. Какие стабилизирующие лиганды входят в состав полиоксометаллатов на основе молибдена со структурой букибола?

- А) хлоридные, бромидные
- Б) ацетатные, монохлорацетатные. формиатные
- В) аминокислотные
- Г) халькогенидные

Ответ:

3. Какие конфигурации могут иметь нанокластеры полиоксометаллатов, приведите примеры?

- А) кубическую, тетраэдрическую
- Б) плоскую или изогнутую
- В) икосаэдрическую, тороидальную
- Г) гантеевидную

Ответ:

4. Каким образом могут кристаллизоваться нанокластерные соединения со структурой букибола?

- А) моноклинные кристаллы
- Б) триклинные кристаллы
- В) кубические кристаллы
- Г) не кристаллизуются

Ответ:

5. Каким специфическим строением обладают нанокластерные полиоксометаллаты со структурой букибола?

- А) вытянуты вдоль одной из осей
- Б) имеют внутреннюю полость
- В) имеют строго сферическое
- Г) не содержат в своем составе воды

строение

Ответ:

6. Какие элементы могут замещать молибден в составе нанокластерных полиоксометаллатов?

- А) калий, натрий
- Б) лантан, иттрий
- В) стронций, барий
- Г) железо, ванадий

Ответ:

7. Нанокластерные полиоксометаллаты имеют перспективы использования в качестве

- А) сенсоров, катализаторов, сорбентов
- Б) люминофоров
- В) сверхпроводников
- Г) сверхпрочных материалов

Ответ:

8. Какой метод синтеза используется для получения нанокластерных полиоксометаллатов?

А) кристаллизация из водных растворов

Б) плазмохимический синтез

В) осаждение из газовой среды

Г) криохимический синтез

Ответ:

В конце дистанционной части слушателям предлагается ответить на контрольные вопросы, которые по электронной почте отсылаются преподавателю.

Контрольные вопросы.

1. Разработайте наиболее рациональную схему получения каталитического покрытия из кобальтата лантана-стронция на алюмооксидном носителе, исходными материалами для синтеза являются нитрат лантана, карбонат стронция, ацетат кобальта.
2. Разработайте наиболее рациональную схему получения керамики купрата бария-иттрия, исходными материалами для синтеза являются металлическая медь, карбонат бария, оксид иттрия.
3. Разработайте наиболее рациональную схему получения пленок CaMoO_4 , исходными материалами для синтеза являются CaCO_3 , $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.
4. Разработайте наиболее рациональную схему получения керамики LiNbO_3 , исходными материалами для синтеза являются LiCl , SrNb_2O_6 .
5. Разработайте наиболее рациональную схему получения монокристаллов $\text{Zn}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$, исходными материалами для синтеза являются Zn , Fe , Ni в виде металлов.
6. Разработайте наиболее рациональную схему получения пленок $\text{Zn}_{1-x}\text{Cd}_x\text{O}$, исходными материалами для синтеза являются Cd и Zn металлические.
7. Разработайте наиболее рациональную схему получения керамики $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$, исходными материалами для синтеза являются хлорид стронция, ацетат железа.
8. Разработайте наиболее рациональную схему получения толстых пленок BaTiO_3 , исходными материалами для синтеза являются TiCl_4 , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$.
9. Разработайте наиболее рациональную схему получения толстопленочных полосковых электродов из CuWO_4 , исходными материалами для синтеза являются $(\text{NH}_4)_{10}\text{W}_{12}\text{O}_{41} \cdot n\text{H}_2\text{O}$, Cu_2O .
10. Разработайте наиболее рациональную схему получения толстопленочных покрытий из ЖИГ, исходными материалами для синтеза являются Ацетат железа, нитрат иттрия.
11. Разработайте наиболее рациональную схему получения керамики манганита лантана-бария, исходными материалами для синтеза являются металлический марганец, карбонат бария, оксид лантана.
12. Разработайте наиболее рациональную схему получения пленок LaVO_4 , исходными материалами для синтеза являются La_2O_3 , NH_4VO_3 .

13. Разработайте наиболее рациональную схему получения монокристаллов $Zn_xNi_{1-x}Fe_2O_4$, исходными материалами для синтеза являются Zn, Fe, Ni в виде хлоридов.
14. Разработайте наиболее рациональную схему получения пленок In_2O_3 , допированных SnO_2 , исходными материалами для синтеза являются In и Sn металлические.
15. Разработайте наиболее рациональную схему получения керамики $Y_3Al_5O_{12}$, исходными материалами для синтеза являются хлорид иттрия, сульфат алюминия.
16. Разработайте наиболее рациональную схему получения толстых пленок $Sr_xBa_{1-x}TiO_3$, исходными материалами для синтеза являются $TiCl_4$, $Ba(NO_3)_2$, карбонат стронция.
17. Разработайте наиболее рациональную схему получения толстопленочных покрытия из никелата лантана, исходными материалами для синтеза являются ацетат лантана, нитрат никеля.
18. Разработайте наиболее рациональную схему получения керамики кобальтита лантана-стронция, исходными материалами для синтеза являются металлический кобальт, карбонат стронция, оксид лантана.
19. Разработайте наиболее рациональную схему получения пленок $PbMoO_4$, исходными материалами для синтеза являются PbO , $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$.
20. Разработайте наиболее рациональную схему получения монокристаллов $Ni_xMn_{1-x}Fe_2O_4$, исходными материалами для синтеза являются Mn, Fe, Ni в виде металлов.
21. Разработайте наиболее рациональную схему получения керамики $Y_3Al_5O_{12}$, исходными материалами для синтеза являются хлорид алюминия, сульфат иттрия.
22. Разработайте наиболее рациональную схему получения толстопленочных полосковых световодов из $GdVO_4$, Gd_2O_3 , V_2O_5 , исходными материалами для синтеза являются Gd_2O_3 , V_2O_5 .
23. Как влияет природа солей используемых при синтезе сложнооксидных материалов на ход процесса и свойства продуктов?
24. Почему процессы пиролиза солей протекают по-разному собственно для солевых форм и в присутствии полимеров?
25. Какие из взаимодействий между полимерными и солевыми компонентами оказывают наибольшее воздействие на изменение механизма термического разложения солей?
26. Какие «строительные блоки» входят в состав нанокластерных полиоксометаллатов?
27. Какие условия среды синтеза способствуют процессу самосборки «строительных блоков» в букиболы?
28. Какие элементы могут замещать молибден в нанокластерных полиоксометаллатах?

29. Как нанокластерные полиоксометаллаты могут быть использованы в качестве материала для создания сенсорных устройств (неорганических рецепторов)?

30. Какой структурой обладают кристаллы букиболов на основе молибдена?

В конце очной части учебного курса слушатели готовят отчеты по **темам контрольных рефератов**, которые используются для контроля степени усвоения всего учебного курса на базе экспериментальных результатов и их обработки с применением знаний из дистанционной части курса. Рефераты предполагают самостоятельную работу с литературой (включая источники из рекомендуемого списка), поиск материалов в Интернете.

Темы контрольных рефератов
по курсу

«Получение и свойства наноструктурированных сложнооксидных материалов, нанокластерных полиоксометаллатов»

1. Получение и свойства фуллеренов и углеродных нанотрубок
2. Нанопустройства
3. Крейзинг полимеров
4. Получение каталитических сложнооксидных наноматериалов с использованием солевых форм исходных веществ
5. Наноструктурированные катализаторы
6. Применение наноматериалов в медицине
7. Использование наноматериалов в машиностроении и строительстве
8. Квантовые точки
9. Пленочные наноматериалы
10. Нанокластерные полиоксометаллаты

Учебно-тематический план курса
«Методы получения наноразмерных материалов»

| № | Название учебного курса и лекций | Все-го, час. | в том числе (указать часы) | | | Форма контроля |
|---|----------------------------------|--------------|---|---|---|----------------|
| | | | Дистанционные лекции (самостоятельное изучение, дистанционное общение с преподавателем, вопросы-ответы через email, форум, чат и др.) | Самостоятельная работа. Подготовка ответов на контрольные вопросы | Очный практикум или другое практическое задание | |
| | | | | | | |

| | | | | | | |
|----|--|-------|------------------|---------------------|---------|--|
| | Методы получения наноразмерных материалов | 24 ч. | 10 ч. | 2 ч. | 12 ч. | Контрольные вопросы (электронная зачётка) Реферат |
| 1. | Лекция 1. Диспергационные методы получения нанопорошков | | 2 ч. | 0,4 ч. | | |
| 2. | Лекция 2. Конденсационные растворные методы получения нанопорошков, основанные на различных вариантах смешения исходных веществ | | 2 ч. | 0,4 ч. | | |
| 3. | Лекция 3. Конденсационные растворные методы получения нанопорошков, основанные на различных вариантах удаления растворителя, и методы сжигания | | 2 ч. | 0,4 ч. | | |
| 4. | Лекция 4. Методы конденсации из газовой фазы | | 2 ч. | 0,4 ч. | | |
| 5. | Лекция 5. Получение нановолокон и дисперсных фаз из полых частиц | | 2 ч. | 0,4 ч. | | |
| | Итоговый контроль | | Самотестирование | Контрольные вопросы | Реферат | Реферат |

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Шабанова Н. А., Попов В. В., Саркисов П. Д. Химия и технология нанодисперсных оксидов. М. 2006.
2. Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М. 2005.
3. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. М. 2005.
4. Эггинс Б. Химические и биологические сенсоры. М. 2005.
5. Суздальев И. П. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М. 2006.
6. Драгунов В.П., Неизвестный И.Г., Гридчин В.А. Основы наноэлектроники. М. 2006.
7. Рыбалкина М. Нанотехнологии для всех. Большое в малом. М. 2005.
8. Анциферов В.Н., Макаров А.М., Остроушко А.А. Высокопористые проницаемые ячеистые материалы – перспективные носители катализаторов. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 227с.
9. Анциферов В.Н., Остроушко А.А., Макаров А.М. Синтез, свойства и применение катализаторов окисления сажи на основе модифицированных высокопористых ячеистых материалов. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. 64с.
10. Müller A., Krickemeyer E., Bögge H., Schmidtman M., Peters F. // *Angew. Chem. Int. Ed.* 1998. V.37, №24. p.p.3360-3363.
11. Müller A., Fedin V.P., Kuhlmann C., Bögge H., Schmidtman M.A. // *Chem. Commun.* 1999. p.p.927–928.
12. Остроушко А.А., Удилов А.Е. Некоторые особенности процессов формирования сложнооксидных продуктов методом пиролиза полимерно-солевых композиций // *Известия ВУЗов.* 2007. Т.50. Вып.10. С.118-122.
13. Остроушко А.А. Полимерно-солевые композиции на основе неионогенных водорастворимых полимеров и получение из них оксидных материалов // *Российск. химич. журн. (Журн. ВХО им.Д.И.Менделеева)* 1998. Т.ХЛII. Вып.1-2. С.123-133.
14. Остроушко А.А., Тонкушина М.О., Сафронов А.П., Меньшиков С.Ю., Коротаяев В.Ю. Термическое поведение полиоксометаллата Mo132 // *Журн. неорган. химии.* 2009. Т.54. Вып. 2. С.204-211.
15. Остроушко А.А., Сенников М.Ю., Тонкушина М.О. Взаимодействие полиоксометаллата Mo132 с поливиниловым спиртом // *Журн. неорган. химии.* 2009. Т.54. №4. С.666-673.

Полное содержание лекций в электронной дистанционной части учебного курса на сайте www.nanoobr.ru

